เลขที่ ๒

รายงานการศึกษาส่วนบุคคล

(Individual Study)

เรื่อง การปรับปรุงการจัดทำหมุดหลักฐานทางราบ ด้วยเทคโนโลยีระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System: GPS)

จัดทำโดย นายพายัพ เฉลยถ้อย

ตำแหน่ง ช่าง ๗ หัวหน้าแผนกสำรวจและรังวัด

สังกัด กองจัดกรรมสิทธิ์ที่ดิน ฝ่ายกรรมสิทธิ์ที่ดิน

การทางพิเศษแห่งประเทศไทย

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการฝึกอบรม

หลักสูตรนักบริหารมหานครระดับต้น รุ่นที่ ๒๓

สถาบันพัฒนาข้าราชการกรุงเทพมหานคร

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๕๘

๑. ชื่อเรื่อง การปรับปรุงการจัดทำหมุดหลักฐานทางราบด้วยเทคโนโลยีระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System : GPS)

๒. หลักการและเหตุผล

การทางพิเศษแห่งประเทศไทย (กทพ.) เป็นรัฐวิสาหกิจ สังกัดกระทรวงคมนาคม ที่ก่อตั้งขึ้นเพื่อทำหน้าที่ก่อสร้าง "ทางพิเศษ" เพื่อบรรเทาและแก้ไขปัญหาการจราจร โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะดำเนินการสร้าง หรือจัดให้มีทางพิเศษด้วยวิธีใดๆ บำรุงรักษาทางพิเศษ ดำเนินงาน หรือธุรกิจเกี่ยวกับทางพิเศษ และธุรกิจอื่นๆ ที่เกี่ยวเนื่องกับทางพิเศษ หรือที่เป็นประโยชน์แก่ กทพ. ช่วยขจัดปัญหาและอุปสรรคในส่วนที่เกี่ยวกับเส้นทางคมนาคม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล และได้กำหนดวิสัยทัศน์ คือ “ทางเลือกที่คุ้มค่า พัฒนาก้าวไกล ใส่ใจสิ่งแวดล้อม” โดยมียุทธศาสตร์ที่ ๑ : พัฒนาธุรกิจและบริการ ส่งเสริมการใช้ทรัพยากรให้เต็มประสิทธิภาพ เพื่อสร้างรายได้และเสริมสร้างคุณภาพการให้บริการรวมทั้งแก้ปัญหาการจราจร มีเป้าประสงค์ขององค์การในข้อ ๑ คือ ทางพิเศษและสินทรัพย์ถูกใช้เต็มประสิทธิภาพ รวมทั้งได้กำหนดค่านิยมขององค์กร คือ “บริการเป็นเลิศ นวัตกรรมก้าวไกล ภาพลักษณ์ใสสะอาด”

กองจัดกรรมสิทธิ์ที่ดิน ฝ่ายกรรมสิทธิ์ที่ดิน การทางพิเศษแห่งประเทศไทย มีอำนาจหน้าที่ดำเนินการเกี่ยวกับงานจัดกรรมสิทธิ์ที่ดิน เพื่อก่อสร้างทางพิเศษ โดยมีแผนกสำรวจและรังวัด ทำหน้าที่สำรวจและรังวัดที่ดินที่ถูกการทางพิเศษฯ เวนคืน ซึ่งในงานสำรวจภาคสนาม มีงานกำหนดแนวเขตทางพิเศษ เพื่อให้ทราบถึงขอบเขตของที่ดินที่ถูกเวนคืนที่แน่นอน รวมถึงงานนำชี้แนวเขตทางพิเศษ และงานตรวจสอบอื่นๆ ในสนามเพื่อส่งข้อมูลให้แผนกต่างๆดำเนินการในส่วนที่เกี่ยวข้องต่อไป ในการดำเนินงานภาคสนามของแผนกสำรวจฯ ต้องใช้หมุดหลักฐานทางราบในการกำหนดแนวเขตทางพิเศษของที่ดินที่ถูกการทางพิเศษฯ เวนคืนและงานตรวจสอบอื่น ๆ

ปัจจุบันการจัดทำหมุดหลักฐานทางราบของแผนกสำรวจฯ ได้ใช้เครื่องมือกล้องสำรวจ Total Station ในการจัดทำ ซึ่งหลักการทำงานของกล้อง Total Station ใช้วิธีการส่องกล้องเพื่อวัดมุม วัดระยะ และถ่ายค่าไปที่หมุดต่าง ๆ เพื่อนำมาคำนวณหาค่าพิกัด ซึ่งการจัดทำหมุดหลักฐานทางราบด้วยกล้อง Total Station นั้น มีข้อจำกัดในการปฏิบัติงานดังนี้

- กรณีปฏิบัติงานในเวลากลางวันซึ่งมีแสงสว่างมาก หรืออากาศร้อนมาก หากหมุดหลักฐานทางราบมีระยะห่างกันเกินกว่า ๒๐๐ เมตร ขึ้นไป ผู้ปฏิบัติงานจะไม่สามารถมองเป้าหมายได้ชัดเจน ส่งผลให้การวัดค่ามุม และระยะมีความคลาดเคลื่อน (Error) สูง

- กรณีปฏิบัติงานในเวลากลางคืน หรือที่มีแสงน้อย กล้อง Total Station จะไม่สามารถวัดค่ามุมและระยะได้ หรือ อาจส่งผลให้การวัดค่ามุม และระยะ มีความคลาดเคลื่อน (Error) สูง

- กรณีมีสิ่งกีดขวางระหว่างหมุดหลักฐานทางราบ กล้อง Total Station จะไม่สามารถวัดค่ามุมและระยะได้

ระบบ GPS เป็นระบบดาวเทียม ที่ใช้เพื่อกำหนดตำแหน่งด้วยสัญญาณคลื่นวิทยุ โดยใช้ดาวเทียมจำนวน ๒๔ ดวง หรือมากกว่า ซึ่งดาวเทียมจะอยู่ห่างจากผิวโลกประมาณ ๑๒,๐๐๐ ไมล์ สามารถระบุทุกตำแหน่งบนพื้นผิวโลกได้ตลอด ๒๔ ชั่วโมง มีขีดความสามารถที่เป็นประโยชน์อย่างสูงต่อผู้ใช้ โดยระบบนี้สามารถใช้ได้พร้อมกันอย่างไม่จำกัดจำนวนผู้ใช้ ซึ่งค่าพิกัดที่ได้จะอ้างอิงกับระบบสากลซึ่งใช้กันทั่วโลก คือ World Geodetic System (WGS) ระบบ GPS เป็นระบบการกำหนดตำแหน่งที่มีประสิทธิภาพให้ความถูกต้องสูงเมื่อเทียบกับระบบการรังวัดแบบเดิม (Conventional Surveying) อาทิเช่น ให้ความถูกต้องทางตำแหน่งในระบบสามมิติ สามารถทำงานได้ทุกสภาพอากาศ และตำแหน่งของหมุดที่ใช้ในการรังวัดไม่จำเป็นต้องมองเห็นกัน จึงเหมาะแก่การประยุกต์ใช้ในงานรังวัดชั้นสูง เพื่อสร้างหมุดหลักฐานสำหรับประเทศหรือภูมิภาค การประยุกต์ใช้ในการเก็บรายละเอียดเพื่อการทำแผนที่ภูมิประเทศ การประยุกต์ใช้ในการสร้างจุดควบคุมสำหรับงานทำแผนที่ด้วยภาพถ่ายทางอากาศ และการประยุกต์ใช้ในงานด้านวิทยาศาสตร์

และวิศวกรรมแขนงต่างๆ นอกจากนี้ระบบ GPS ยังสามารถประยุกต์ใช้ในการกำหนดตำแหน่งของข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ที่มีความถูกต้อง เพื่อเชื่อมโยงกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System หรือ GIS) ได้อีกด้วย

ดังนั้น หากมีการนำระบบ GPS มาใช้เป็นเครื่องมือในการสำรวจ จะทำให้ลดข้อจำกัดในการจัดทำหมุดหลักฐานทางราบ ที่จัดทำจากกล้อง Total Station ดังนี้

- เครื่องมือสำรวจ GPS สามารถปฏิบัติงานได้ ตลอด ๒๔ ชั่วโมง ณ ทุกจุด บนผิวโลกแม้ในเวลากลางวันซึ่งมีแสงสว่างมาก อากาศร้อนมาก หรือในเวลากลางคืนที่มีแสงสว่างน้อย

- เครื่องมือสำรวจ GPS สามารถปฏิบัติงานได้โดยไม่จำกัดระยะห่างระหว่างหมุดหลักฐานทางราบเหมือนกล้อง Total Station

- เครื่องมือสำรวจ GPS สามารถปฏิบัติงานได้แม้มีสิ่งกีดขวางระหว่างหมุดหลักฐานทางราบ

นอกจากการลดข้อจำกัดในการปฏิบัติงานแล้ว เครื่องมือสำรวจ GPS ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดทำหมุดหลักฐานทางราบ ได้ดังนี้

- การจัดทำหมุดหลักฐานทางราบด้วยเครื่องมือสำรวจ GPS ใช้เวลาในการจัดทำน้อยกว่าการจัดทำด้วยกล้อง Total Station เนื่องจากสามารถรังวัดได้เฉพาะจุดที่ต้องการทราบค่าพิกัด

- การจัดทำหมุดหลักฐานทางราบด้วยเครื่องมือสำรวจ GPS ใช้จำนวนบุคลากรในการทำงานน้อยกว่าจัดทำด้วยกล้อง Total Station ซึ่งส่งผลให้ต้นทุนบุคลากรในการปฏิบัติงานลดลง

ดังนั้น เพื่อสนับสนุนให้วิสัยทัศน์บรรลุผล สอดคล้องกับยุทธศาสตร์การดำเนินงาน ตอบสนองต่อเป้าประสงค์ขององค์กร และส่งเสริมให้เกิดค่านิยมร่วมขององค์กร รวมทั้งเป็นการลดข้อจำกัด และเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการจัดทำหมุดหลักฐานทางราบเดิมของแผนกสำรวจและรังวัด กองจัดกรรมสิทธิ์ที่ดิน ฝ่ายกรรมสิทธิ์ที่ดิน การทางพิเศษแห่งประเทศไทย ผู้จัดทำรายงาน ในฐานะหัวหน้าแผนกสำรวจและรังวัด จึงเห็นควรให้นำเครื่องมือสำรวจ GPS มาใช้ในการจัดทำหมุดหลักฐานทางราบแทนการใช้กล้อง Total Station

นิยามคำศัพท์

“ทางพิเศษ” หมายความว่า ทางหรือถนนซึ่งจัดสร้างขึ้น หรือได้รับโอนหรือได้รับมอบ ไม่ว่าจะจัดสร้างขึ้นในระดับพื้นดิน เหนือหรือใต้พื้นดินหรือพื้นน้ำ เพื่ออำนวยความสะดวกในการจราจรเป็นพิเศษ และให้หมายความรวมถึงสะพาน อุโมงค์ เรือสำหรับขนส่งรถข้ามฟาก ท่าเรือสำหรับขึ้นลงรถ ทางเท้า ที่จอดรถ เขตทาง ไหล่ทาง เขื่อนกั้นน้ำ ท่อหรือทางระบายน้ำ กำแพงกันดิน รั้วเขต หลักระยะ สัญญาณจราจร เครื่องหมายจราจร อาคาร หรือสิ่งอื่นใดที่จัดไว้ในเขตทางเพื่ออำนวยความสะดวก หรือเพื่อความปลอดภัยเกี่ยวกับงานทางพิเศษ

“หมุดหลักฐาน” หมายถึง จุดที่เลือกขึ้นในภูมิประเทศ เพื่อใช้เป็นโครงสร้างของการทำแผนที่ ถ้าเป็นการหาตำแหน่งที่ทำการสำรวจที่แน่นอน เรียกว่า หมุดหลักฐานทางแนวนอน หรือทางราบ (Horizontal Control) แต่ถ้าเป็นจุดที่ทำการสำรวจหาระดับความสูงที่แน่นอน ก็เรียกว่า หมุดหลักฐานทางแนวยืน หรือทางดิ่ง (Vertical Control) ในการสำรวจรังวัดเพื่อจัดทำหมุดหลักฐานทางราบ เป็นวิธีการทำงานภาคสนามเพื่อหาข้อมูลทางตำแหน่งของสิ่งที่อยู่บนพื้นดิน แล้วนำมาคำนวณหาปริมาณต่างๆ ที่ต้องการ โดยในการรังวัดเพื่อทำแผนที่ภูมิประเทศ หรือหาตำแหน่ง สิ่งหนึ่งซึ่งมีความจำเป็นก็คือ จะต้องมีระบบพิกัดอ้างอิงเพื่อการกำหนดตำแหน่งของรายละเอียดที่ได้ถ่ายทอดจากพื้นผิวภูมิประเทศลงบนแผนที่ตามข้อกำหนดความถูกต้อง เพื่อที่จะนำไปใช้งานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ ดังนั้นในการดำเนินงานเพื่อให้ได้มาซึ่งผลการรังวัดหรือแผนที่ตามความต้องการดังกล่าวนั้น ก่อนอื่นจะต้องมีหมุดหลักฐานทางราบ ที่มีค่าพิกัดซึ่งยอมรับได้ด้วยวิธีการที่ใช้กันอยู่ทั่วไปคือ การสามเหลี่ยม (Triangulation) และการทำวงรอบ (Traversing) โดยอาศัยวิธีการรังวัดมุม และระยะ แล้วนำมาคำนวณหาค่าพิกัดสัมพันธ์ต่อเนื่องกันไป

๓. วัตถุประสงค์

๓.๑ เพื่อลดข้อจำกัด ลดระยะเวลา และลดต้นทุนในการดำเนินงานจัดทำหมุดหลักฐานทางราบ

๓.๒ เพื่อเป็นการนำนวัตกรรมแบบใหม่เข้ามาใช้ในงานด้านการสำรวจรังวัดของ กทพ.

๓.๓ เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานจัดทำหมุดหลักฐานทางราบ

๔. เป้าหมาย

๔.๑ สามารถนำเครื่องมือสำรวจ GPS มาใช้ในการจัดทำหมุดหลักฐานทางราบแทนการใช้กล้องสำรวจ Total Station ให้ครบถ้วนภายในปี พ.ศ. ๒๕๕๙

๔.๒ ดำเนินการฝึกอบรมให้ความรู้กับบุคลากรของแผนกสำรวจและรังวัดในส่วนงานที่เกี่ยวข้อง (งานภาคสนาม) ในการใช้งานเครื่องมือสำรวจ GPS ได้ ภายใน ๓ เดือน หลังจากนำเครื่องมือสำรวจ GPS มาใช้งาน

๕. ความรู้ที่นำมาใช้ในการจัดทำรายงาน

๕.๑ ทฤษฎีทางการบริหาร

SWOT Analysis เป็นการวิเคราะห์สภาพองค์กรโดยการวิเคราะห์ปัจจัยภายในเพื่อค้นหาจุดแข็ง จุดอ่อน และปัจจัยภายนอกเพื่อค้นหา โอกาส และอุปสรรค

การวิเคราะห์ปัจจัยภายใน ได้นำหลักการของ McKinsey 7s: Strategy Structure System Style Staff Skill Shared Value ดังนี้

Strength (จุดแข็ง)	Weakness (จุดอ่อน)
Strategy (การวางแผนกลยุทธ์) - การทางพิเศษฯ ได้กำหนดวิสัยทัศน์ ขององค์กรและเพื่อให้การดำเนินการบรรลุวิสัยทัศน์ที่วางไว้ จึงได้กำหนดยุทธศาสตร์การดำเนินงาน โดยมียุทธศาสตร์ที่ส่งเสริมการใช้ทรัพยากรให้เต็มประสิทธิภาพ และมีเป้าประสงค์ขององค์กรที่สอดคล้องกับยุทธศาสตร์การดำเนินการ คือ ทางพิเศษและสินทรัพย์ถูกใช้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น การนำเทคโนโลยีระบบ GPS มาใช้ในงานจัดทำหมุดหลักฐานทางราบจะช่วยส่งเสริมให้การใช้ที่ดินที่ การทางพิเศษฯ เวนคืนสามารถใช้ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นไปตามยุทธศาสตร์การดำเนินการและเป้าประสงค์ขององค์กร	**Strategy (การวางแผนกลยุทธ์)** - ยังไม่มีการวางแผนการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้สนับสนุนการสำรวจและรังวัดที่ดินที่ถูกการทางพิเศษฯ เวนคืน

Strength (จุดแข็ง)	Weakness (จุดอ่อน)
Structure (โครงสร้าง) - การทางพิเศษฯ เป็นรัฐวิสาหกิจสังกัดกระทรวงคมนาคม มีผู้ว่าการการทางพิเศษแห่งประเทศไทย เป็นผู้บริหารสูงสุด โดยมีคณะกรรมการการทางพิเศษแห่งประเทศไทย เป็นผู้ควบคุมดูแลการบริหารงานให้เป็นไปตามนโยบายของรัฐมนตรีว่าการกระทรวงคมนาคม - การทางพิเศษฯ มีโครงสร้างการแบ่งส่วนงาน และมีสายการบังคับบัญชาที่ชัดเจน	**Structure (โครงสร้าง)** - การปฏิบัติงานต้องเป็นไปตามกฎหมาย ระเบียบปฏิบัติงาน และข้อบังคับ ของการทางพิเศษแห่งประเทศไทย ส่งผลให้การปฏิบัติงานเกิดความล่าช้า
System (ระบบ กระบวนการ และลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน) - โครงสร้างในส่วนของงานจัดกรรมสิทธิ์ที่ดิน มีการแบ่งแผนกแยกตามความรู้ ความสามารถ และภารกิจของงาน ทำให้สามารถมอบหมายงานได้ตามภารกิจโดยมีผู้รับผิดชอบที่แน่นอน - แต่ละแผนกสามารถทำงานประสานกันเพื่อให้งานบรรลุตามวัตถุประสงค์ได้	**System (ระบบ กระบวนการ และลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน)** - ระบบเทคโนโลยี GPS ใช้เฉพาะในส่วนสายงานช่างของแผนกสำรวจและรังวัด ทำให้การปฏิบัติงานอยู่ในวงจำกัด
Style (รูปแบบ) - ผู้จัดทำรายงานฯ ในฐานะหัวหน้าแผนกสำรวจและรังวัด เล็งเห็นความสำคัญถึงการนำเทคโนโลยีระบบ GPS มาใช้ในงานจัดทำหมุดหลักฐานทางราบ เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อหน่วยงานโดยรวม - ผู้บริหารให้ความสำคัญและส่งเสริมจูงใจให้พนักงานไปดูงานการใช้เครื่องมือสำรวจ GPS กับหน่วยงานภายนอก เพื่อนำมาปรับใช้กับหน่วยงาน	**Style (รูปแบบ)** -
Staff (บุคลากร) - แผนกสำรวจและรังวัด มีบุคลากรที่มีความรู้พื้นฐานในด้านงานสำรวจรังวัด และการใช้เครื่องมือสำรวจ - บุคลากรในแผนกสำรวจและรังวัด ต้องการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้ในการปฏิบัติงาน และมีความพร้อมในการพัฒนาต่อยอดองค์ความรู้ที่จะใช้เครื่องมือสำรวจที่มีเทคโนโลยีทันสมัย เพื่อให้การปฏิบัติงานมีความคล่องตัว และลดข้อจำกัดในการปฏิบัติ และช่วยส่งเสริมให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น	**Staff (บุคลากร)** - บุคลากรส่วนใหญ่ในแผนกสำรวจและรังวัด ขาดความรู้ความเข้าใจในการใช้เครื่องมือสำรวจ GPS จึงจำเป็นต้องมีการฝึกอบรม และเรียนรู้วิธีการใช้เครื่องมือก่อน จึงจะสามารถนำไปใช้ปฏิบัติงานได้ - ผู้บริหารส่วนใหญ่ขององค์กรยังขาดความเข้าใจในรายละเอียดของเทคโนโลยีระบบ GPS จึงอาจไม่ให้ความสำคัญ ประกอบกับเครื่องมือสำรวจที่ใช้เทคโนโลยีระบบ GPS มีราคาสูง

Strength (จุดแข็ง)	Weakness (จุดอ่อน)
Skill (ทักษะ) - บุคลากรในแผนกสำรวจและรังวัด มีความชำนาญในด้านงานสำรวจ และมีทักษะในการใช้เครื่องมือสำรวจเป็นอย่างดี มีความรอบคอบ และมีความรับผิดชอบในการนำไปใช้ปฏิบัติงาน	**Skill (ทักษะ)** - บุคลากรในแผนกสำรวจและรังวัด ยังไม่มีความรู้เกี่ยวกับการใช้เครื่องมือสำรวจ GPS จึงทำให้ไม่มีทักษะในการใช้เครื่องมือดังกล่าว ต้องศึกษาระบบการทำงานของเครื่องมือ และฝึกปฏิบัติการใช้เครื่องมือก่อนการใช้งานจริง
Shared Value (ค่านิยมร่วมในองค์กร) - การทางพิเศษแห่งประเทศไทยมีการกำหนดค่านิยมที่ชัดเจน คือ “บริการเป็นเลิศ นวัตกรรมก้าวไกล ภาพลักษณ์ใสสะอาด” การนำเทคโนโลยีระบบ GPS มาใช้ในการจัดทำหมุดหลักฐานทางราบ จะช่วยส่งเสริมค่านิยมของการทางพิเศษฯ คือ “บริการเป็นเลิศ นวัตกรรมก้าวไกล ภาพลักษณ์ใสสะอาด” - บุคลากรในแผนกสำรวจและรังวัดมีทัศนคติที่ดีในการที่จะนำเครื่องมือสำรวจ GPS มาใช้งาน	**Shared Value (ค่านิยมร่วมในองค์กร)** - บุคลากรส่วนใหญ่ในองค์กรมีการปฏิบัติงานที่แตกต่างกันตามลักษณะงานของแต่ละฝ่าย จึงทำให้ขาดความเข้าใจในเทคโนโลยี GPS

จากการวิเคราะห์จุดแข็งและจุดอ่อนซึ่งเป็นปัจจัยภายในของการทางพิเศษฯ พบว่า จุดแข็ง คือ มีการกำหนดวิสัยทัศน์และยุทธศาสตร์ที่ส่งเสริมการใช้ทรัพยากรให้เต็มประสิทธิภาพ และมีเป้าประสงค์ขององค์กรที่สอดคล้องกับยุทธศาสตร์การดำเนินการ คือ ทางพิเศษและสินทรัพย์ถูกใช้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีค่านิยมร่วมที่ส่งเสริมด้านนวัตกรรม ดังนั้น การนำเทคโนโลยีระบบ GPS มาใช้ในงานจัดทำหมุดหลักฐานทางราบจะช่วยสนับสนุนยุทธศาสตร์และบรรลุวิสัยทัศน์ขององค์กร ประกอบกับการทางพิเศษฯ เป็นรัฐวิสาหกิจ มีโครงสร้างการแบ่งส่วนงาน และมีสายการบังคับบัญชาที่ชัดเจน แบ่งแผนกแยกตามความรู้ความสามารถ และภารกิจของงาน ทำให้สามารถมอบหมายงานได้ตามภารกิจ โดยมีผู้รับผิดชอบที่แน่นอน บุคลากรมีความรู้พื้นฐานในด้านงานสำรวจรังวัด การใช้เครื่องมือสำรวจ และมีความต้องการและมีความพร้อมที่จะนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้ในการทำงานจึงไม่เป็นการยากที่จะทำความเข้าใจ และศึกษาวิธีใช้เครื่องมือสำรวจ GPS ประกอบกับผู้บริหารระดับฝ่าย กอง และแผนกยังให้ความสำคัญ ส่งเสริมจูงใจให้พนักงานไปดูงานการใช้เครื่องมือสำรวจ GPS กับหน่วยงานภายนอก เพื่อนำมาปรับใช้กับหน่วยงานอีกด้วย

สำหรับจุดอ่อนที่พบ คือ หน่วยงาน ยังไม่มีแผนการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้สนับสนุนการสำรวจและรังวัดที่ดินที่ถูกการทางพิเศษฯ เวนคืน อีกทั้งการปฏิบัติงานต้องเป็นไปตามกฎหมาย ระเบียบปฏิบัติงาน และข้อบังคับ ส่งผลให้การปฏิบัติงานอาจเกิดความล่าช้าบุคลากรส่วนใหญ่ในองค์กรมีการปฏิบัติงานที่แตกต่างกันตามลักษณะงานของแต่ละฝ่าย จึงทำให้ขาดความเข้าใจในเทคโนโลยี GPS ประกอบกับเครื่องมือสำรวจ GPS เป็นเครื่องมือสำรวจที่ใช้ระบบดาวเทียม ซึ่งใช้กำหนดตำแหน่ง (หาค่าพิกัด) บนผิวโลก ด้วยสัญญาณคลื่นวิทยุ และมีวิธีการหาค่าพิกัดไม่เหมือนกับเครื่องมือสำรวจ กล้อง Total Station ซึ่งใช้วิธีการวัดมุมและระยะ แล้วนำมาคำนวณหาค่าพิกัด ทำให้บุคลากรที่จะใช้เครื่องมือต้องมีการฝึกอบรมและเรียนรู้วิธีการใช้เครื่องมือก่อนนำไปใช้งานจริง

การวิเคราะห์ปัจจัยภายนอกได้นำหลักการของ PEST Analysis: Political Economic Social Technology ดังนี้

Opportunity (โอกาส)	Threat (อุปสรรค)
Political (การเมือง) - รัฐบาลอนุมัติการก่อสร้างโครงการทางพิเศษ เพื่อแก้ไขปัญหาจราจร - กระทรวงคมนาคมเร่งรัดการก่อสร้างโครงการ ซึ่งองค์กรต้องเร่งรัดดำเนินการจัดกรรมสิทธิ์ที่ดินเพื่อส่งมอบพื้นที่ให้ผู้รับเหมาก่อสร้างดำเนินการก่อสร้างโครงการ ทำให้แผนกสำรวจและรังวัดต้องจัดทำหมุดหลักฐานทางราบ เพื่อใช้ในงานจัดกรรมสิทธิ์ที่ดิน	**Political (การเมือง)** - การเมืองไม่แน่นอน รัฐบาลขาดเสถียรภาพ - รัฐบาลยังไม่มีนโยบายก่อสร้างทางพิเศษเพิ่มเติมในปัจจุบัน
Economic (เศรษฐกิจ) - เศรษฐกิจของประเทศมีการเติบโตอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน ส่งผลให้ประชาชนมีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น และมีการใช้จ่าย ซึ่งต้องมีการเดินทางท่องเที่ยว ทำให้รัฐบาลต้องสร้างสาธารณูปการ เช่น ทางพิเศษ ขึ้นมารองรับการเดินทางของประชาชน	**Economic (เศรษฐกิจ)** - รัฐบาลไม่มีงบประมาณเพียงพอ ทำให้ไม่ได้รับอนุมัติให้ก่อสร้างโครงการ
Social (สังคม) - ประชาชนคาดหวังจะได้รับความสะดวกรวดเร็วจากการใช้บริการทางพิเศษฯ จึงมีผู้ใช้บริการเป็นจำนวนมาก - ประชาชนส่วนใหญ่ต้องการ การแก้ไขปัญหาการจราจรติดขัด	**Social (สังคม)** - ประชาชนที่ถูกเวนคืน ต่อต้านการเวนคืนและไม่ต้องการให้มีการก่อสร้างทางพิเศษผ่านบ้านพักอาศัยของตน - กลุ่ม NGO (Non-Governmental Organization) ต่อต้านการก่อสร้าง
Technology (เทคโนโลยี) - เทคโนโลยี GPS มีความเจริญก้าวหน้ามากขึ้น จึงนิยมนำมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในงานสำรวจและรังวัด - เทคโนโลยีการก่อสร้างทางพิเศษมีความก้าวหน้าอย่างมาก ทำให้ใช้เวลาในการก่อสร้างได้เร็วกว่าการก่อสร้างแบบเดิมๆ	**Technology (เทคโนโลยี)** - เทคโนโลยีการก่อสร้างมีความซับซ้อนมากขึ้น ทำให้ต้องใช้ความระมัดระวังในการก่อสร้างมาก - การก่อสร้างที่ใช้เทคโนโลยีมากขึ้น ต้องอาศัยบุคคลที่มีความรู้ความสามารถเพิ่มขึ้น

จากการวิเคราะห์โอกาสและอุปสรรค ซึ่งเป็นปัจจัยภายนอกของการทางพิเศษฯ พบว่า โอกาส คือ รัฐบาลให้การสนับสนุนการก่อสร้างโครงการทางพิเศษเพื่อแก้ไขปัญหาการจราจร โดยก่อสร้างตามลำดับความสำคัญของแต่ละโครงการ ประชาชนใช้บริการทางพิเศษเป็นจำนวนมาก เศรษฐกิจของประเทศมีการเติบโตอย่างต่อเนื่อง ประชาชนมีความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น มีการใช้จ่ายและเดินทางมากขึ้น ทำให้รัฐบาลต้องสร้างสาธารณูปการ เช่น ทางพิเศษ ขึ้นมารองรับการเดินทางของประชาชน ประกอบกับเทคโนโลยี GPS มีความเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงานอื่นๆ รวมทั้งงานรังวัดที่ดินเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพได้ อีกทั้งปัจจุบัน บริษัทผู้รับเหมาก่อสร้างโครงการซึ่งส่วนใหญ่เป็นบริษัทมหาชนนั้น มีบุคลากรที่มีประสบการณ์ มีความรู้ความสามารถ และมีเทคโนโลยีที่ทันสมัย ทำให้ผู้จัดทำรายงาน ในฐานะหัวหน้าแผนกสำรวจและรังวัด สามารถดำเนินการเวนคืนเพื่อก่อสร้างโครงการได้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ด้วยความรวดเร็ว

อุปสรรคที่พบ คือ การเมืองไม่แน่นอน รัฐบาลขาดเสถียรภาพและไม่มีงบประมาณเพียงพอ ทำให้ไม่ได้รับอนุมัติให้ก่อสร้างโครงการ และประชาชนที่ถูกเวนคืน ต่อต้านการเวนคืนและไม่ต้องการให้มีการก่อสร้างทางพิเศษผ่านบ้านพักอาศัยของตน รวมทั้งเทคโนโลยีมีความซับซ้อนมากขึ้น ทำให้ต้องใช้ความระมัดระวังในการก่อสร้างมากต้องอาศัยบุคคลที่มีความรู้ความสามารถและผู้เชี่ยวชาญเพิ่มขึ้น

จากการวิเคราะห์สภาพองค์กร โดยใช้ SWOT Analysis สรุปได้ว่า การทางพิเศษฯ มีการกำหนดวิสัยทัศน์ และยุทธศาสตร์การดำเนินงาน โดยมียุทธศาสตร์ที่ส่งเสริมการใช้ทรัพยากรให้เต็มประสิทธิภาพ และมีค่านิยมองค์กรที่ให้ใช้นวัตกรรมเพื่อเสริมสร้างให้เกิดบริการและภาพลักษณ์ที่ดี ประกอบกับบุคลากรมีความรู้พื้นฐานในด้านงานสำรวจรังวัด การใช้เครื่องมือสำรวจ และมีความต้องการและมีความพร้อมที่จะนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้ในการทำงาน ผู้บริหารให้ความสำคัญและส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีในการทำงาน สภาพเศรษฐกิจ สังคม และการเมือง เอื้อต่อการนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานได้ ดังนั้น การนำเครื่องมือสำรวจ GPS มาใช้ในการจัดทำหมุดหลักฐานทางราบแทนการใช้กล้องสำรวจ Total Station จะช่วยส่งเสริมการดำเนินงานของการทางพิเศษฯให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น บรรลุวัตถุประสงค์ตามวิสัยทัศน์และยุทธศาสตร์การดำเนินงาน รวมทั้งส่งเสริมให้เกิดค่านิยมขององค์กรอีกด้วย

อย่างไรก็ตาม เครื่องมือสำรวจ GPS เป็นเครื่องมือสำรวจที่ใช้ระบบดาวเทียม ซึ่งใช้กำหนดตำแหน่ง (หาค่าพิกัด) บนผิวโลก ด้วยสัญญาณคลื่นวิทยุ และมีวิธีการหาค่าพิกัดไม่เหมือนกับเครื่องมือสำรวจด้วยกล้อง Total Station ซึ่งใช้วิธีการวัดมุมและระยะ แล้วนำมาคำนวณหาค่าพิกัด ทำให้บุคลากรที่จะใช้เครื่องมือต้องมีการฝึกอบรม และเรียนรู้วิธีการใช้เครื่องมือก่อนนำไปใช้งานจริง

๕.๒ ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System : GPS)

ระบบ GPS เป็นระบบดาวเทียม ที่ใช้เพื่อกำหนดตำแหน่งด้วยสัญญาณคลื่นวิทยุ โดยใช้ดาวเทียมจำนวน ๒๔ ดวง หรือมากกว่า ซึ่งดาวเทียมจะอยู่ห่างจากผิวโลกประมาณ ๑๒,๐๐๐ ไมล์ สามารถระบุทุกตำแหน่งบนพื้นผิวโลกได้ตลอด ๒๔ ชั่วโมง มีขีดความสามารถที่เป็นประโยชน์อย่างสูงต่อผู้ใช้ โดยระบบนี้สามารถใช้ได้พร้อมกันอย่างไม่จำกัดจำนวนผู้ใช้ ซึ่งค่าพิกัดที่ได้จะอ้างอิงกับระบบสากลซึ่งใช้กันทั่วโลก คือ World Geodetic System ๑๙๘๔ (WGS๘๔)

ความรู้เกี่ยวกับระบบ GPS มี ดังนี้

๑) องค์ประกอบของระบบ GPS

๒) คลื่นดาวเทียม GPS

๓) เครื่องรับสัญญาณ GPS

๔) การกำหนดตำแหน่งด้วยเครื่องรับสัญญาณ GPS

ทั้งนี้ รายละเอียดปรากฏแนบท้าย ภาคผนวก ก

๖.กรอบแนวทางการดำเนินการและผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง

แนวทางการดำเนินการ

ในการจัดทำการปรับปรุงการจัดทำหมุดหลักฐานทางราบด้วยเทคโนโลยีระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System : GPS) ในครั้งนี้ ผู้จัดทำรายงาน ได้นำหลักการของ PDCA หรือวงจรเดมิง มาประยุกต์ใช้ในการดำเนินการ ดังนี้

๖.๑ P : Plan วางแผนการดำเนินงาน

๖.๑.๑ ศึกษาวิเคราะห์ ความเป็นมา ความสำคัญ และหรือความจำเป็นการปรับปรุงการจัดทำหมุดหลักฐานทางราบด้วยเทคโนโลยีระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System : GPS) โดยศึกษาจาก

๑) การปฏิบัติงานจริง พบว่า

การจัดทำหมุดหลักฐานทางราบด้วยกล้อง Total Station นั้น มีข้อจำกัดในการปฏิบัติงาน ดังนี้

- กรณีปฏิบัติงานในเวลากลางวันซึ่งมีแสงสว่างมาก หรืออากาศร้อนมาก หากหมุดหลักฐานทางราบมีระยะห่างกันเกินกว่า ๒๐๐ เมตร ขึ้นไป ผู้ปฏิบัติงานจะไม่สามารถมองเป้าหมายได้ชัดเจน ส่งผลให้การวัดค่ามุม และระยะมีความคลาดเคลื่อน (Error) สูง

- กรณีปฏิบัติงานในเวลากลางคืน หรือที่มีแสงน้อย กล้อง Total Station จะไม่สามารถวัดค่ามุมและระยะได้ หรือ อาจส่งผลให้การวัดค่ามุม และระยะ มีความคลาดเคลื่อน (Error) สูง

- กรณีมีสิ่งกีดขวางระหว่างหมุดหลักฐานทางราบ กล้อง Total Station จะไม่สามารถวัดค่ามุมและระยะได้

๒) การวิเคราะห์ SWOT พบว่า

- การทางพิเศษฯ กำหนดยุทธศาสตร์การดำเนินงาน ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ ๑ : พัฒนาธุรกิจและบริการ ส่งเสริมการใช้ทรัพยากรให้เต็มประสิทธิภาพ เพื่อสร้างรายได้และเสริมสร้างคุณภาพการให้บริการรวมทั้งแก้ไขปัญหาการจราจร มีเป้าประสงค์ขององค์การในข้อ ๑ คือ ทางพิเศษและสินทรัพย์ถูกใช้เต็มประสิทธิภาพ รวมทั้งได้กำหนดค่านิยมขององค์กร คือ บริการเป็นเลิศ นวัตกรรมก้าวไกล ภาพลักษณ์ใสสะอาด

- ความเจริญก้าวหน้าของเทคโนโลยี ที่สามารถนำมาปรับปรุงพัฒนางานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

- บุคลากรมีความรู้พื้นฐานในด้านงานสำรวจรังวัด การใช้เครื่องมือสำรวจและมีความต้องการและมีความพร้อมที่จะนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้ในการทำงาน

- ประชาชนคาดหวังจะได้รับความสะดวกรวดเร็วจากการใช้บริการการทางพิเศษฯ

ดังนั้น จะเห็นได้ว่า หากมีการนำเครื่องมือสำรวจ GPS มาใช้ในการจัดทำหมุดหลักฐานทางราบแทนการใช้กล้องสำรวจ Total Station จะช่วยแก้ปัญหาลดข้อจำกัดในการจัดทำหมุดหลักฐานทางราบ และสนองตอบยุทธศาสตร์การดำเนินงาน เป้าประสงค์ขององค์กร รวมทั้งส่งเสริมค่านิยมขององค์กร ช่วยให้การสำรวจรังวัดที่ดินที่ถูกการทางพิเศษฯ เวนคืนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สนับสนุนให้ประชาชนเกิดความพึงพอใจต่อการใช้บริการการทางพิเศษฯ

๖.๑.๒ ศึกษาวิเคราะห์ถึงวิธีการทำงานของเครื่องมือสำรวจ GPS และความเป็นไปได้ที่จะนำมาใช้ในการจัดทำหมุดหลักฐานทางราบแทนการใช้กล้องสำรวจ Total Station พบว่า เครื่องมือสำรวจ GPS สามารถลดข้อจำกัดในการจัดทำหมุดหลักฐานทางราบ เนื่องจากสามารถปฏิบัติงานได้ตลอด ๒๔ ชม. ณ ทุกจุดบนผิวโลก แม้ในเวลากลางวันที่มีแสงสว่างมาก อากาศร้อนมาก หรือในเวลากลางคืนที่มีแสงสว่างน้อย สามารถปฏิบัติงานได้โดยไม่จำกัดระยะห่างระหว่างหมุดหลักฐานทางราบ รวมทั้งสามารถปฏิบัติงานได้แม้มีสิ่งกีดขวางระหว่างหมุดหลักฐานทางราบ

๖.๑.๓ วางแผนการดำเนินงาน โดยกำหนดกรอบระยะเวลา การดำเนินงาน กำหนดประเด็น/เรื่องที่ต้องดำเนินการ กำหนดผู้รับผิดชอบหรือผู้ดำเนินการ ซึ่งผู้จัดทำรายงานได้วางแผนการดำเนินงานไว้ ดังนี้

ลำดับที่	การดำเนินงาน	ปีงบประมาณ																		ผู้รับผิดชอบ	หมายเหตุ
		๒๕๕๘				๒๕๕๙												๒๕๖๐			
		มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน		
๑.	วางแผนการดำเนินงาน ๑.๑ ศึกษาวิเคราะห์ความสำคัญ ความจำเป็นของการดำเนินงาน	↔																		แผนกสำรวจและรังวัด	ขอตั้งงบประมาณจัดซื้อเครื่องมือสำรวจ GPS
	๑.๒ ศึกษาวิเคราะห์ถึงวิธีการทำงานของเครื่องมือสำรวจ GPS และความเป็นไปได้ในการนำมาใช้		↔	↔	↔															กองงบประมาณ	การพิจารณาอนุมัติให้จัดซื้อเครื่องมือสำรวจ GPS
	๑.๓ กำหนดกรอบระยะเวลา ประเด็น/เรื่องที่ต้องดำเนินการและผู้รับผิดชอบ					↔														แผนกสำรวจและรังวัด	นำเรื่องเสนอกองการพัสดุ (เมื่อได้รับอนุมัติให้จัดซื้อ)
๒.	ดำเนินกิจกรรม ๒.๑ วิธีการนำเครื่องมือสำรวจ GPS มาใช้แทนกล้องสำรวจ Total Station						↔			↔										กองการพัสดุ	ดำเนินการจัดซื้อเครื่องมือสำรวจ GPS
	๒.๒ ฝึกอบรมให้ความรู้กับบุคลากรของแผนกสำรวจและรังวัดในส่วนงานที่เกี่ยวข้อง										↔		↔							บริษัทขายเครื่องมือสำรวจ GPS	ดำเนินการจัดส่งเครื่องมือ GPS และจัดการฝึกอบรมผู้ใช้งาน
๓.	ประเมินผลการดำเนินกิจกรรม												↔					↔		แผนกสำรวจและรังวัด	ประเมินผลหลังการใช้งาน ๖ เดือน
๔.	ปรับปรุง / พัฒนากิจกรรมต่าง ๆ																		↔	แผนสำรวจและรังวัด	ดำเนินการหลังการประเมินผล

๖.๒ D : Do ดำเนินการตามแผนที่กำหนดไว้ คือ

๖.๒.๑ วิธีการนำเครื่องมือสำรวจ GPS มาใช้แทนกล้องสำรวจ Total Station

๑) ตั้งงบประมาณเพื่อจัดซื้อเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมระบบ GPS พร้อมอุปกรณ์จำนวน ๑ ชุด โดยชี้แจงเหตุผลความจำเป็นในการขอตั้งงบประมาณดังนี้

- เพื่อทดแทนของเดิม สำหรับใช้ในงาน จัดทำหมุดหลักฐานทางราบ และงานกำหนดแนวเขตทางพิเศษในภาคสนาม
- เพื่อใช้สนับสนุนการตรวจสอบแนวเขตที่ดิน ตรวจสอบตำแหน่งอาคาร และตรวจสอบพิกัดตำแหน่งแนวเขตทางพิเศษในโครงการต่างๆ

๒) ดำเนินการจัดซื้อ กระบวนการจัดซื้อ เมื่อได้รับการอนุมัติให้จัดซื้อเครื่องมือสำรวจ GPS แล้ว แผนกสำรวจและรังวัดต้องส่งใบจัดซื้อ/จัดจ้างพร้อมทั้งข้อกำหนด รายละเอียดและคุณลักษณะทั่วไปของเครื่องมือสำรวจ GPS และแจ้งรายชื่อผู้เป็นกรรมการตามระเบียบพัสดุให้กองการพัสดุฝ่ายบริหารทั่วไป เพื่อดำเนินการจัดซื้อต่อไป

๓) ตรวจรับเครื่องมือสำรวจ GPS

๖.๒.๒ ฝึกอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับวิธีการใช้เครื่องมือและการประมวลผลข้อมูลดังนี้

๑) วัตถุประสงค์

เพื่อให้เจ้าหน้าที่แผนกสำรวจและรังวัด กองจัดกรรมสิทธิ์ที่ดิน มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้เครื่องสำรวจ GPS ในงานสำรวจรังวัด สามารถนำไปใช้เพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานได้

๒) ขอบเขตเนื้อหา

- วิธีการใช้เครื่องมือสำรวจ GPS ในงานสำรวจรังวัด
- การประมวลผลข้อมูล

๓) กลุ่มเป้าหมาย

- พนักงานตำแหน่งช่าง ๓ – ๖ แผนกสำรวจและรังวัด จำนวน ๑๒ คน

๔) วิธีการฝึกอบรม

- บรรยาย
- ฝึกปฏิบัติ

๔) ระยะเวลาการฝึกอบรม ๓ เดือน (๙๐ ชั่วโมง)

- บรรยาย ระยะเวลา ๑ เดือน (๓๐ ชั่วโมง) สัปดาห์ละ ๓ วัน วันละ ๒.๕ ชั่วโมง
- ฝึกปฏิบัติ ระยะเวลา ๒ เดือน (๖๐ ชั่วโมง) สัปดาห์ละ ๓ วัน วันละ ๒.๕ ชั่วโมง

๕) ผู้รับผิดชอบ

แผนกสำรวจและรังวัดร่วมกับบริษัทขายเครื่องมือสำรวจ GPS

๖.๓ C : Check ประเมินผลการนำเครื่องมือสำรวจ GPS มาใช้ในการจัดทำหมุดหลักฐานทางราบแทนการใช้กล้องสำรวจ Total Station ซึ่งจะประเมินหลังจากมีการนำเครื่องมือสำรวจ GPS มาใช้ในการปฏิบัติงานไปแล้ว ประมาณ ๖ เดือน โดยประเมินจากประสิทธิภาพของงาน เช่น ลดระยะเวลาการทำงาน ลดข้อจำกัดที่เกิดจากการใช้เครื่องมือเดิม โดยใช้วิธีการสำรวจความคิดเห็น การสัมภาษณ์ และประสิทธิภาพของงาน จากบุคลากรที่ใช้เครื่องมือดังกล่าว

๖.๔ A: Action นำผลการประเมินไปปรับปรุง และพัฒนางานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น รวมทั้งนำเสนอผู้บริหารเพื่อรับทราบและพิจารณาต่อไป

ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง

- ผู้จัดทำรายงานฯ เสนอขอตั้งงบประมาณเพื่อจัดซื้อเครื่องมือสำรวจ GPS มาใช้ในการจัดทำหมุดหลักฐานทางราบแทนการใช้กล้องสำรวจ Total Station

- กองงบประมาณ ฝ่ายการเงินและบัญชีจะนำไปวิเคราะห์ตามเหตุผลและความจำเป็นที่แผนกสำรวจและรังวัดขอตั้งงบประมาณ แล้วนำเข้าที่ประชุมที่มีผู้บริหารระดับสูงในสายงานฝ่ายการเงินและบัญชีเป็นประธาน เพื่อพิจารณาว่าจะอนุมัติให้จัดซื้อเครื่องมือสำรวจตามที่ขอหรือไม่

- ผู้บริหารการทางพิเศษฯ เป็นผู้อนุมัติให้จัดซื้อเครื่องมือสำรวจ GPS เพื่อนำมาใช้ในการจัดทำหมุดหลักฐานทางราบแทนการใช้กล้องสำรวจ Total Station

- แผนกจัดหา กองการพัสดุ ฝ่ายบริหารทั่วไป ดำเนินการจัดซื้อตามระเบียบพัสดุใช้เวลาประมาณ ๔ เดือน

- เจ้าหน้าที่แผนกสำรวจและรังวัด จัดส่งใบจัดซื้อ/จัดจ้าง พร้อมทั้งข้อกำหนด รายละเอียดและคุณลักษณะทั่วไปของเครื่องมือสำรวจ GPS และรายชื่อผู้เป็นกรรมการตามระเบียบพัสดุ ให้กองการพัสดุ ฝ่ายบริหารทั่วไป เพื่อดำเนินการจัดซื้อต่อไป

- เจ้าหน้าที่บริษัทผู้จัดส่งเครื่องมือสำรวจ GPS จัดส่งเครื่องมือสำรวจ GPS พร้อมทั้งฝึกอบรมวิธีการใช้เครื่องมือ

- บุคลากรแผนกสำรวจและรังวัด เข้ารับการฝึกอบรมวิธีการใช้เครื่องมือสำรวจ GPS และนำไปใช้งานจริง พร้อมทั้งถ่ายทอดความรู้ให้พนักงานในสายงานภาคสนาม เพื่อให้สามารถใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพ

๗. ระยะเวลาการดำเนินการ

เริ่มดำเนินการตั้งแต่เดือนมิถุนายน ๒๕๕๘ ถึง เดือนพฤศจิกายน ๒๕๕๙ ดังนี้

๗.๑ วางแผนดำเนินการ เริ่ม เดือนมิถุนายน ๒๕๕๘ ถึง เดือนตุลาคม ๒๕๕๘

๗.๒ ดำเนินการตามแผน เริ่ม เดือนพฤศจิกายน ๒๕๕๘ ถึง เดือนพฤษภาคม ๒๕๕๙

๗.๓ ประเมินผลการดำเนินการ เริ่ม เดือนพฤษภาคม ๒๕๕๙ ถึง เดือนตุลาคม ๒๕๕๙

๗.๔ ปรับปรุงและพัฒนา เริ่ม เดือนพฤศจิกายน ๒๕๕๙

๘. แนวทางการติดตามและประเมินผล

เป้าหมาย/วัตถุประสงค์	ตัวชี้วัด (KPI)	วิธีการ/เครื่องมือ
<u>เป้าหมาย (Output)</u> ๑. แผนกสำรวจและรังวัดได้นำเครื่องมือสำรวจ GPS มาใช้ในการจัดทำหมุดหลักฐานทางราบแทนการใช้กล้องสำรวจ Total Station	- สามารถนำเครื่องมือสำรวจ GPS มาใช้ในการจัดทำหมุดหลักฐานทางราบแทนการใช้กล้องสำรวจ Total Station ภายในปี พ.ศ. ๒๕๕๙	- รายงานผลการดำเนินการนำเครื่องมือสำรวจ GPS มาใช้ในการจัดทำหมุดหลักฐานทางราบแทนการใช้กล้องสำรวจ Total Station
๒. ฝึกอบรมให้ความรู้กับบุคลากรของแผนกสำรวจและรังวัดในส่วนงานที่เกี่ยวข้อง (งานภาคสนาม) ในการใช้งานเครื่องมือสำรวจ GPS	- มีการฝึกอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับวิธีการใช้เครื่องมือให้กับบุคลากรของแผนกสำรวจและรังวัดในส่วนงานที่เกี่ยวข้อง (งานภาคสนาม) ภายใน ๓ เดือน หลังจากนำเครื่องมือสำรวจ GPS มาใช้งาน - บุคลากรแผนกสำรวจและรังวัดที่เกี่ยวข้อง (งานภาคสนาม) ผ่านการฝึกอบรมการใช้เครื่องมือสำรวจ GPS ร้อยละ ๑๐๐	- รายงานผลการฝึกอบรมการใช้เครื่องมือสำรวจ GPS
<u>วัตถุประสงค์ (Outcome)</u> ๑. เพื่อลดข้อจำกัดในการจัดทำหมุดหลักฐานทางราบ	- ข้อจำกัดหรือปัญหาการจัดทำหมุดหลักฐานทางราบ ลดลงร้อยละ ๑๐๐ - เจ้าหน้าที่แผนกสำรวจและรังวัดมีความพึงพอใจเครื่องมือสำรวจ GPS อยู่ในเกณฑ์ดีมาก	- สำรวจความคิดเห็นในประเด็นการนำเครื่องมือสำรวจ GPS สามารถลดข้อจำกัดในการปฏิบัติงานจากการใช้กล้องสำรวจ Total Station ได้ - รายงานการจัดทำหมุดหลักฐานทางราบในประเด็นปัญหาการใช้เครื่องมือ โดยการเปรียบเทียบการใช้กล้องสำรวจ Total Station กับการใช้เครื่องมือสำรวจ GPS
๒. เพื่อลดระยะเวลาของการจัดทำหมุดหลักฐานทางราบ	- ระยะเวลาการจัดทำหมุดหลักฐานทางราบลดลง ร้อยละ ๕๐	- เปรียบเทียบระยะเวลาการใช้กล้องสำรวจ Total Station กับการใช้เครื่องมือสำรวจ GPS
๓. เพื่อลดต้นทุนในการดำเนินงานจัดทำหมุดหลักฐานทางราบ	- ต้นทุนการจัดทำหมุดหลักฐานทางราบลดลง ร้อยละ ๕๐	- เปรียบเทียบการใช้งบประมาณการจัดทำหมุดหลักฐานทางราบระหว่างการใช้กล้องสำรวจ Total Station กับการใช้เครื่องมือสำรวจ GPS - รายงานการใช้งบประมาณการจัดทำหมุดหลักฐานทางราบ

*ทั้งนี้ รายละเอียดปรากฏแนบท้ายภาคผนวก ข

๙. ข้อเสนอแนะ

การที่จะได้เครื่องมือสำรวจที่ใช้เทคโนโลยีระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System : GPS) หรือเครื่องมือสำรวจ GPS ไปใช้ในการปฏิบัติงานจริง ต้องได้รับการสนับสนุนในการดำเนินการ ดังนี้

๙.๑ รัฐบาลอนุมัติให้มีการก่อสร้างโครงการทางพิเศษ เพื่อแก้ไขปัญหาการจราจร พร้อมทั้งสนับสนุนงบประมาณค่าจัดกรรมสิทธิ์ที่ดิน

๙.๒ ประชาชนที่ถูกเวนคืนที่ดิน ควรให้ความร่วมมือในการดำเนินการจัดกรรมสิทธิ์ที่ดิน เพื่อก่อสร้างทางพิเศษ

๙.๓ ผู้บริหารต้องให้ความสนใจ และให้ความสำคัญในการที่จะสนับสนุนให้บุคลากรในหน่วยงานมีเครื่องมือเครื่องใช้ที่ทันสมัย สอดคล้องกับวิสัยทัศน์ขององค์กรที่ว่า “ทางเลือกที่คุ้มค่า พัฒนาก้าวไกล ใส่ใจสิ่งแวดล้อม”

๙.๔ ผู้บังคับบัญชาทุกระดับต้องให้ความสำคัญ และสนับสนุนให้หน่วยงานที่มีหน้าที่ในการปฏิบัติงานเฉพาะด้าน (สาขา) มีเครื่องมือที่ทันสมัย ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีเพื่อตอบสนองการปฏิบัติงานของแต่ละหน่วยงานให้มีความรวดเร็ว ถูกต้อง และเป็นที่ยอมรับของทุกคนในหน่วยงานนั้นๆ

๙.๕ ผู้จัดทำรายงานในฐานะหัวหน้าแผนกสำรวจและรังวัดต้องแสดงให้ผู้บังคับบัญชาเห็นถึงความจำเป็นที่ต้องมีเครื่องมือสำรวจ GPS เพื่อลดข้อจำกัดในการปฏิบัติงานจัดทำหมุดหลักฐานทางราบ ซึ่งนำไปใช้ประโยชน์ในการกำหนดแนวเขตทางพิเศษในสนาม อีกทั้งเป็นการพัฒนาคุณภาพของงานให้ดียิ่งขึ้น

๙.๖ แผนกสำรวจและรังวัด ต้องพัฒนาการใช้เครื่องมือสำรวจ GPS โดยจัดให้มีการอบรมวิธีการใช้เครื่องมือดังกล่าว ให้เป็นที่ยอมรับในสายงานจัดกรรมสิทธิ์ที่ดิน

๙.๗ แผนกสำรวจและรังวัด ต้องปรับปรุงให้มีการใช้เครื่องมือสำรวจ GPS อย่างแพร่หลายในงานอื่นๆ เช่น งานนำชี้แนวเขตทางพิเศษ งานตรวจสอบอาคารรุกล้ำแนวเขตทางพิเศษ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดและคุ้มค่าในการใช้งาน

ภาคผนวก ก

ความรู้เกี่ยวกับระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System : GPS)

ระบบ GPS เป็นระบบดาวเทียม ที่ใช้เพื่อกำหนดตำแหน่งด้วยสัญญาณคลื่นวิทยุ โดยใช้ดาวเทียมจำนวน ๒๔ ดวง หรือมากกว่า ซึ่งดาวเทียมจะอยู่ห่างจากผิวโลกประมาณ ๑๒,๐๐๐ ไมล์ สามารถระบุทุกตำแหน่งบนพื้นผิวโลกได้ตลอด ๒๔ ชั่วโมง มีขีดความสามารถที่เป็นประโยชน์อย่างสูงต่อผู้ใช้ โดยระบบนี้สามารถใช้ได้พร้อมกันอย่างไม่จำกัดจำนวนผู้ใช้ ซึ่งค่าพิกัดที่ได้จะอ้างอิงกับระบบสากลซึ่งใช้กันทั่วโลกคือ World Geodetic System ๑๙๘๔ (WGS๘๔)

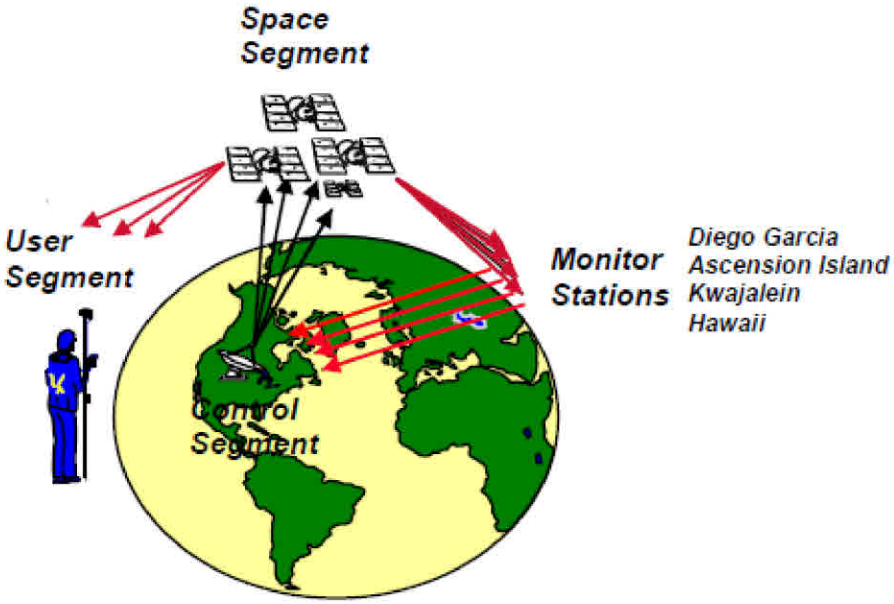
ระบบ GPS เป็นระบบการกำหนดตำแหน่งที่มีประสิทธิภาพสูง เมื่อเทียบกับระบบการรังวัดแบบเดิม (Conventional Surveying) อาทิเช่น ให้ความถูกต้องทางตำแหน่งในระบบสามมิติ สามารถทำงานได้ทุกสภาพอากาศ และตำแหน่งของหมุดที่ใช้ในการรังวัด ไม่จำเป็นต้องมองเห็นกัน เป็นต้น จึงเหมาะแก่การประยุกต์ใช้ในงานรังวัดชั้นสูง เพื่อสร้างหมุดหลักฐานสำหรับประเทศหรือภูมิภาค การประยุกต์ใช้ในการเก็บรายละเอียดเพื่อการทำแผนที่ภูมิประเทศ การประยุกต์ใช้ในการสร้างจุดควบคุมสำหรับงานทำแผนที่ด้วยภาพถ่ายทางอากาศ และการประยุกต์ใช้ในงานด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมแขนงต่างๆ เช่น ในสาขาธรณีวิทยา อาจใช้เพื่อศึกษาการเคลื่อนตัวของเปลือกโลก หรือในสาขาวิศวกรรมโยธา ดังตัวอย่างของโครงการก่อสร้างถนน อาจใช้วิธีการสำรวจด้วยภาพถ่ายทางอากาศ โดยการถ่ายภาพเป็นแนวยาวต่อเนื่องกันไปตามเส้นทางที่เลือกไว้ แล้วกำหนดตำแหน่งของจุดควบคุมในงานดังกล่าว ด้วยการรับสัญญาณจากดาวเทียม เป็นต้น นอกจากนี้ระบบ GPS ยังสามารถประยุกต์ใช้ในการกำหนดตำแหน่งของข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ที่มีความถูกต้อง เพื่อเชื่อมโยงกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System หรือ GIS) ได้อีกด้วย

ในปัจจุบัน ช่างรังวัดและวิศวกรได้ให้ความสนใจในการนำดาวเทียมระบบ GPS มาประยุกต์ใช้เพื่อหาค่าความสูงออร์โทเมตริก (Orthometric Height) หรืออีกนัยหนึ่งคือ ความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง (Mean Sea Level) ซึ่งจะนำมาแทนที่วิธีการถ่ายระดับด้วยกล้องระดับ (Differential Leveling) อีกทั้งยังเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะลดค่าใช้จ่าย และเวลาในการปฏิบัติงานลง

หลักการทำงานของ GPS ในการกำหนดตำแหน่งจะคล้ายกับการกำหนดที่ตั้ง โดยการใช้เข็มทิศในการเล็งสกัดกลับ แต่ในระบบ GPS ใช้สัญญาณส่งจากดาวเทียม ๒ ดวง ไปยังเครื่องรับสัญญาณเช่นเดียวกับการเล็งสกัดกลับโดยเข็มทิศไปยังภูมิประเทศ และใช้สัญญาณจากดาวเทียมดวงที่ ๓ ในการเพิ่มความถูกต้องของการกำหนดพิกัดที่ตั้ง ซึ่งการนำระบบ GPS มาใช้สำหรับการสำรวจและการจัดทำแผนที่นั้นเริ่มต้นโดยกรมแผนที่ทหาร โดยใช้ในการสร้างโครงข่ายจุดควบคุมเพื่อการแผนที่ และได้ดำเนินการมาอย่างต่อเนื่อง โดยอาศัยเทคนิคการรังวัดแบบสถิต (Static Survey) ส่วนเทคนิคการรังวัดแบบจลน์ (Kinematics Survey) กรมโยธาธิการและผังเมืองได้ดำเนินการจัดตั้งสถานีแม่ข่าย GPS ตามเมืองใหญ่ทั่วประเทศไทย เพื่อทำการกระจายคลื่นสัญญาณในการปรับแก้เพิ่มความถูกต้องในการกำหนดตำแหน่ง ปัจจุบันระบบ GPS ได้ถูกรวมเข้ากับเทคโนโลยีสารสนเทศ และกลายเป็นสิ่งจำเป็นของชีวิตประจำวัน

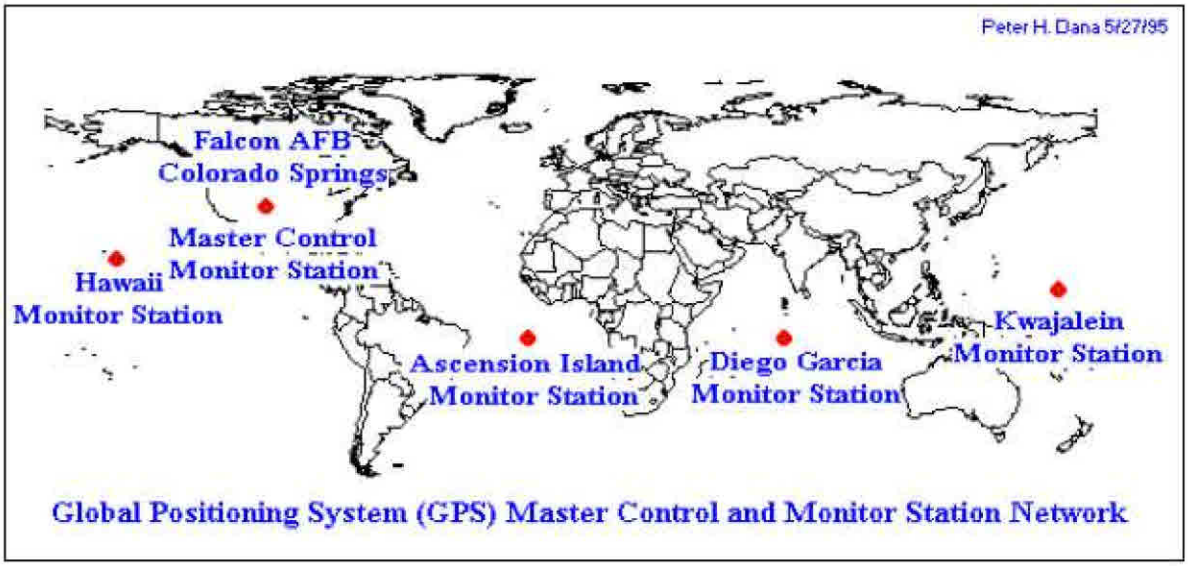
รายละเอียดความรู้ของระบบ GPS สามารถแบ่งออกได้เป็น ๔ หัวข้อใหญ่ ดังต่อไปนี้

๑) องค์ประกอบของระบบ GPS ประกอบด้วยส่วนสำคัญ ๓ ส่วน (Segment) ได้แก่ ส่วนควบคุม ส่วนอวกาศ และส่วนผู้ใช้ โดยความสัมพันธ์ขององค์ประกอบทั้งสาม มีรายละเอียดของส่วนต่างๆ ดังภาพด้านล่าง



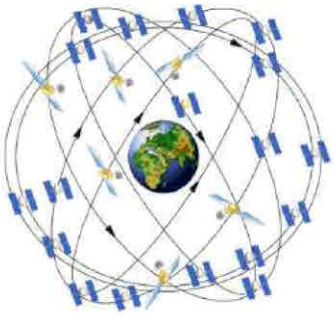
องค์ประกอบของระบบ GPS

๑.๑) ส่วนควบคุม (Control Segment) อยู่บนภาคพื้นดิน มีหน้าที่รับผิดชอบในการปฏิบัติงานของระบบทั้งหมด ประกอบด้วยสถานีควบคุมหลัก (Master Control Station; MCS) ซึ่งตั้งอยู่ ณ ฐานทัพอากาศฟอลคอน (Falcon Air Force Base) มลรัฐโคโลราโดสปริงส์ (Colorado Springs) ประเทศสหรัฐอเมริกา สถานีติดตามดาวเทียม (Monitor Stations; MS) จำนวน ๕ แห่ง ซึ่งกระจายอยู่รอบโลก ดังแสดงในภาพด้านล่างได้แก่ หมู่เกาะควาจาเลียน (Kwajalein Island) ของฟิลิปปินส์ หมู่เกาะดิเอโกการ์เซีย (Diego Garcia Island) ในมหาสมุทรอินเดีย หมู่เกาะแอสเซนชัน (Ascension Island) ในมหาสมุทรแอตแลนติก หมู่เกาะฮาวาย (Hawaii Island) ในมหาสมุทรแปซิฟิก ทั้งนี้รวมถึงสถานีควบคุมหลัก ซึ่งตั้งอยู่ ณ มลรัฐโคโลราโดสปริงส์ด้วย ข้อมูลที่รังวัดได้จากสถานีติดตามดาวเทียม จะถูกส่งผ่านมายังสถานีควบคุมหลัก เพื่อทำการประมวลผลวงโคจรของดาวเทียมดวงต่างๆ และทำการพยากรณ์ตำแหน่งของดาวเทียมล่วงหน้า หลังจากนั้นก็จะทำการส่งข้อมูลที่ได้ปรับปรุงให้ทันสมัยแล้ว พร้อมกับข้อมูลเวลา และข้อมูลอุตุนิยมวิทยาไปยังสถานีรับส่งสัญญาณ ซึ่งได้ติดตั้งเสาอากาศรับสัญญาณภาคพื้นดิน (Ground Antennas; GAs) จำนวน ๓ แห่ง ได้แก่ สถานีซึ่งตั้งอยู่ ณ หมู่เกาะควาจาเลียน หมู่เกาะดิเอโกการ์เซีย และหมู่เกาะแอสเซนชัน เพื่อส่งขึ้นไปเก็บบันทึกไว้บนดาวเทียมต่อไป



ตำแหน่งของสถานีควบคุมหลักและสถานีติดตามดาวเทียม

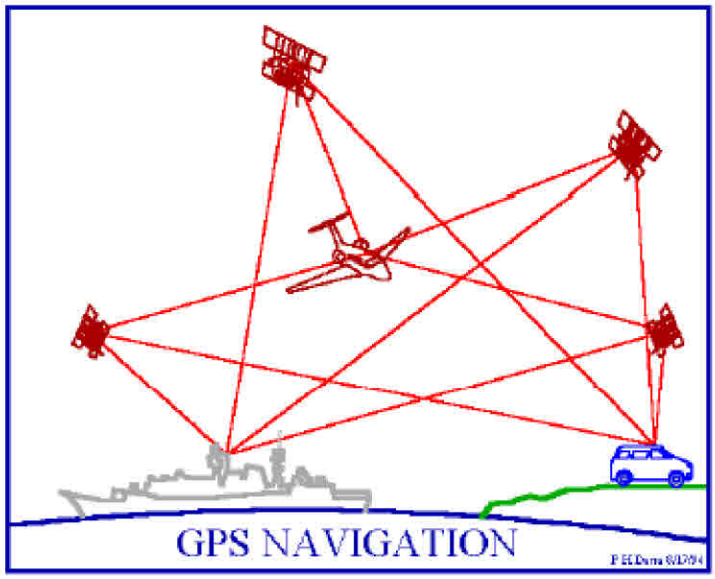
๑.๒) ส่วนอวกาศ (Space Segment) อยู่บนอวกาศ ประกอบด้วยดาวเทียม NAVSTAR จำนวน ๒๔ ดวง (ในจำนวนนี้ จะมีดาวเทียมสำรอง ๓ ดวง เพื่อทดแทนการปฏิบัติงานของดาวเทียมดวงที่เกิดขัดข้องได้ทันที) จัดเป็นวงโคจร (GPS Constellation) อยู่ใน ๖ ระนาบ ๆ ละ ๔ ดวง โดยแต่ละระนาบเอียงทำมุม ๕๕° กับระนาบศูนย์สูตรและทำมุมระหว่างกัน ๖๐° ดังแสดงในภาพด้านล่าง ดาวเทียมเหล่านี้อยู่สูงจากผิวโลกประมาณ ๑๒,๐๐๐ ไมล์ ใช้เวลาในการโคจรรอบโลก ๑๒ ชั่วโมง และมีเวลาอยู่เหนือเส้นขอบฟ้าในแต่ละสถานที่ราว ๕ ชั่วโมง ด้วยการออกแบบกลุ่มดาวเทียมในลักษณะนี้ จึงทำให้มีดาวเทียมอย่างน้อย ๔ ดวงอยู่เหนือทุกๆจุดบนพื้นผิวโลกตลอดเวลา



วงโคจรดาวเทียมระบบ GPS

๑.๓) ส่วนผู้ใช้ (User Segment) ประกอบด้วยผู้ใช้ในส่วนของพลเรือนและทหาร รวมถึงการใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมซึ่งติดตั้งอยู่บนพื้นดิน บนยานพาหนะเช่น รถยนต์ เรือ หรือเครื่องบิน ดังแสดงในภาพด้านล่าง อาจรวมถึงฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการประมวลผลข้อมูล ซึ่งจะครอบคลุมไปถึงวิธีการคำนวณ และปรับแก้ข้อมูลต่างๆ โดยแนวคิดในส่วนของผู้ใช้ เพื่อให้บรรลุถึงความละเอียดถูกต้องสูงสำหรับงานรังวัดด้วยดาวเทียมระบบ GPS คือความพยายามที่จะลดขนาด และปริมาณของความคลาดเคลื่อนที่เกี่ยวข้องกับงานรังวัดลง ซึ่งได้แก่ ความคลาดเคลื่อนในข้อมูลดาวเทียม (Ephemeris) ความคลาดเคลื่อนของเวลาทั้งในส่วนของนาฬิกาดาวเทียมและเครื่องรับสัญญาณ ความคลาดเคลื่อน

อันเนื่องจากการหักเหของคลื่นในชั้นบรรยากาศ เป็นต้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องเข้าใจถึงสาเหตุ รวมถึงวิธีการลดความคลาดเคลื่อนเหล่านี้ ด้วยการพัฒนาเครื่องมือ วิธีการรังวัด และการประมวลผล เป็นต้น



ส่วนผู้ใช้ในระบบ GPS

๒) คลื่นดาวเทียม GPS สำหรับคลื่นดาวเทียม GPS ประกอบด้วยความถี่พื้นฐานที่สร้างจากแหล่งกำเนิดคือ ๑๐.๒๓ เมกะเฮิรตซ์ (MHz) ส่วนคลื่นที่ส่งออกมาเป็นคลื่นความถี่วิทยุในย่านความถี่ต่ำ (L-band) ประกอบด้วยสองความถี่คือ L๑ ความถี่ ๑๕๗๕.๔๒ เมกะเฮิรตซ์ (MHz) มีความยาวคลื่น (l) ๑๙ เซนติเมตร และ L๒ ความถี่ ๑๒๒๗.๖๐ เมกะเฮิรตซ์ (MHz) ความยาวคลื่น (l) ๒๔ เซนติเมตรโดยที่ข้อมูลในคลื่นวิทยุที่ส่งมาจากดาวเทียมจะประกอบด้วยรหัสข้อมูลดาวเทียม และเวลาที่มีความถูกต้องสูง การสำรวจด้วยระบบดาวเทียม GPS ทำให้สามารถหาตำแหน่งได้ตลอดเวลา (๒๔ ชั่วโมง) และทุกจุดบนพื้นผิวโลก รวมถึงใช้ระยะเวลาในการปฏิบัติงานน้อยลงแต่ละสถานีไม่จำเป็นต้องมองเห็นกันประกอบกับค่าพิกัดที่ได้มีความละเอียดถูกต้องสูง และเป็นที่ยอมรับในระดับสากล

๓) เครื่องรับสัญญาณ GPS เครื่องรับสัญญาณ GPS แบ่งเป็น ๒ ประเภทหลัก คือ ชนิดพกพา และชนิดสำหรับการสำรวจ ซึ่งเครื่องรับสัญญาณทั้งสองประเภทมีความแตกต่างกัน ดังนี้

๓.๑) เครื่องรับสัญญาณแบบนำทาง (Navigation Receiver) เป็นเครื่องรับสัญญาณเพื่อจุดประสงค์ในการนำทาง (Navigation) เป็นหลัก หรือใช้เพื่อการสำรวจที่ไม่ต้องการความถูกต้องทางพิกัดมากนัก เช่น การสำรวจทางโบราณคดีในขั้นต้น และการนำทาง เป็นต้น

๓.๒) เครื่องรับสัญญาณแบบรังวัด (Survey or Geodetic Receiver) เป็นเครื่องมือสำรวจที่ใช้ในการรังวัดเพื่อกำหนดที่ตั้งที่ต้องการความถูกต้องสูง เช่น การรังวัดการเคลื่อนตัวของเปลือกโลก การสร้างโครงข่ายจุดควบคุมเพื่อการแผนที่ หรือการจัดทำหมุดหลักฐานแผนที่ เป็นต้น

๔) การกำหนดตำแหน่งด้วยเครื่องรับสัญญาณ GPS

๔.๑) เครื่องรับสัญญาณแบบนำทาง (Navigation Receiver) มีลักษณะการหาตำแหน่งของจุดเดียวโดยไม่อ้างอิงกับตำแหน่งอื่น (Absolute Positioning) ซึ่งค่าพิกัดที่ได้มีความถูกต้อง ๕-๑๕ เมตร

เครื่องรับสัญญาณแบบนำทาง

๔.๒) เครื่องรับสัญญาณแบบรังวัด (Survey or Geodetic Receiver) เป็นการรังวัดเพื่อหาตำแหน่งโดยวิธีการวัดเฟสของคลื่นส่งเพื่อให้ได้ตำแหน่งสัมพัทธ์โดยที่เครื่องรับจะสร้างคลื่นที่มีความถี่เท่ากับคลื่นส่งขึ้นมาเปรียบเทียบ ซึ่งปริมาณที่วัดได้จะเป็นค่าต่างเฟสระหว่างคลื่นส่งที่รับได้และคลื่นที่สร้างโดยเครื่องรับ สิ่งที่ได้จากการวัดเฟส คือจำนวนลูกคลื่นเต็มลูก (AMBIGUITY, N) นำจำนวนลูกคลื่นที่เป็นจำนวนเต็มไปประมวลผลได้ผลลัพธ์เป็นระยะทาง

เครื่องรับสัญญาณแบบรังวัด

ดังนั้นการทำงานด้วยเครื่องรับแบบรังวัดจึงมีความถูกต้องสูง เนื่องจากองค์ประกอบที่สำคัญสองประการ ได้แก่ ขนาดของความยาวคลื่น (ความยาวคลื่นของ L๑, L๒ เท่ากับ ๑๙ และ ๒๔ เซนติเมตร (cm) ตามลำดับและความยาวคลื่นของรหัส C/A หรือ Clear/ Acquisition หรือ คลื่นที่ใช้ในทางกิจการของพลเรือน เท่ากับ ๓๐๐ เมตร) และการหาตำแหน่งแบบสัมพัทธ์ (Relative Positioning) ช่วยขจัดความคลาดเคลื่อนจากการรังวัด ซึ่งการทำงานรังวัดแบ่งเป็น ๔ วิธีดังต่อไปนี้

๔.๒.๑) การรังวัดแบบสถิต (Static Survey) ดังภาพด้านล่าง เป็นวิธีพื้นฐานของการวัดระยะโดยใช้คลื่นส่ง เป็นการทำงานที่เครื่องรับไม่มีการเคลื่อนที่ ใช้เครื่องรับตั้งแต่สองเครื่องขึ้นไป โดยเครื่องรับเครื่องหนึ่งจะนำไปวางอยู่ ณ จุดที่ทราบตำแหน่งแล้ว ส่วนเครื่องที่เหลือวางไว้ ณ จุดที่ต้องการหาตำแหน่งเพิ่มเติม โดยปกติเครื่องรับจะถูกวางไว้ไม่น้อยกว่าหนึ่งชั่วโมง ทั้งนี้เพื่อให้มีข้อมูลของการวัดระยะที่เพียงพอจะประมวลผลหาจำนวนคลื่นเต็มรอบที่ไม่สามารถวัดได้ โดยหลักการแล้ววิธีการนี้ใช้หาตำแหน่งสัมพัทธ์ระหว่างจุดสองจุดที่อยู่ห่างกันเป็นระยะทางยาวได้ แต่การใช้ซอฟต์แวร์เชิงพาณิชย์หรือซอฟต์แวร์ของโรงงานผลิตเครื่องรับนั้น ระยะทางสูงสุดที่ให้ความถูกต้องได้ตามข้อกำหนดของเครื่องรับจะอยู่ประมาณ ๒๐-๓๐ กิโลเมตร เท่านั้น เทคนิคการรังวัดประเภทนี้มักใช้ในวัตถุประสงค์การสร้างหรือขยายโครงข่ายการทำแผนที่ที่มีความถูกต้องสูง

การรังวัดแบบสถิต

๔.๒.๒) การรังวัดแบบกึ่งสถิตอย่างเร็ว (Rapid Static Survey) มีวิธีการทำงานเหมือนกับการรังวัดแบบสถิต แต่ใช้เวลาในการรังวัดสั้นกว่า ต้องการข้อมูลน้อยกว่า เพื่อนำมาประมวลผลหาจำนวนคลื่นเต็มรอบ ในการหาตำแหน่งของจุดที่อยู่ห่างจากจุดอ้างอิงไม่เกิน ๕ กิโลเมตร โดยได้รับดาวเทียมตั้งแต่ ๖ ดวงขึ้นไป และในการบันทึกข้อมูลการรังวัดต้องกระทำให้ถี่ขึ้น เช่น ทุก ๑๐ วินาที โดยที่ได้รับสัญญาณดาวเทียมตั้งแต่ ๑๕ ถึง ๒๐ นาที เทคนิคการรังวัดประเภทนี้เหมาะสำหรับการรังวัดเพื่อสร้างโครงข่ายการทำแผนที่ที่มีความถูกต้องทางตำแหน่งน้อยกว่าการรังวัดแบบสถิต เช่น จุดควบคุมสำหรับการสำรวจด้วยภาพถ่ายทางอากาศ เป็นต้น

๔.๒.๓) การรังวัดแบบจลน์ (Kinematic Survey) ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อให้สามารถหาตำแหน่งของจุดจำนวนมากได้อย่างรวดเร็วในเวลาไม่ถึงหนึ่งนาทีขณะที่เครื่องรับสัญญาณเคลื่อนที่ความถูกต้องอยู่ในระดับเซ็นติเมตร โดยเครื่องรับจะต้องรับสัญญาณต่อเนื่องจากดาวเทียมอย่างน้อย ๔ ดวงตลอดเวลา แม้กระทั่งในขณะที่กำลังเคลื่อนย้ายจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ถ้าหากรับสัญญาณดาวเทียมได้น้อยกว่า ๔ ดวงเมื่อใด จะต้องทำขั้นตอนของวิธีการเริ่มงานใหม่อีกครั้งหนึ่ง แล้วจึงไปรังวัดที่จุดอื่นๆ ต่อไป ในการรังวัดแบบจลน์นี้เครื่องรับเครื่องหนึ่งจะถูกวางไว้ที่จุดอ้างอิงที่รู้ตำแหน่งแล้วตลอดเวลา เครื่องอื่นๆ เมื่อทำขั้นตอนวิธีการเริ่มงานแล้ว จึงนำไปวางตามจุดที่ต้องการหาตำแหน่ง เทคนิคการรังวัดประเภทนี้เหมาะสำหรับการสำรวจเพื่อต้องการรายละเอียดในระยะเวลาจำกัด เช่น การสำรวจเหมือง หรือการสำรวจเส้นทาง เป็นต้น

๔.๒.๔) การรังวัดแบบจลน์ในทันที (Real Time Kinematic Survey: RTK) ดังภาพด้านล่าง เป็นวิธีการทำงานรังวัดแบบจลน์นั่นเอง แต่แสดงผลลัพธ์คือ ค่าพิกัดตำแหน่งได้ทันทีในสนาม โดยเหตุที่การทำงานยังเป็นการหาตำแหน่งแบบสัมพัทธ์ หมายความว่า ข้อมูลจากทั้งสองจุดต้องนำมาประมวลผลร่วมกัน ดังนั้น จึงต้องใช้คลื่นวิทยุในการรับส่งข้อมูลระหว่างกัน เนื่องจากจุดอ้างอิงเป็นจุดรู้ตำแหน่งอยู่แล้ว ในการทำงานแบบ RTK นี้ จึงเป็นการส่งข้อมูลที่รับสัญญาณดาวเทียมได้ไปยังจุดที่ต้องการหาตำแหน่งเครื่องรับ ณ จุดที่ต้องการหาตำแหน่งจะรับข้อมูลแล้วนำไปประมวลผล และแสดงค่าพิกัดได้อย่างรวดเร็วในทันที ระยะห่างระหว่างจุดที่ใช้ทำงานได้ไม่เกิน ๑๕ กิโลเมตร นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับกำลังของคลื่นวิทยุที่ใช้ ในการรับส่งข้อมูลระหว่างกัน เทคนิคการรังวัดประเภทนี้เหมาะสำหรับการสำรวจเพื่อต้องการเก็บรายละเอียดในงานสำรวจอื่นๆ เช่น งานจัดทำแผนที่ภูมิประเทศ เป็นต้น

การรังวัดแบบจลน์ในทันที

ภาคผนวก ข

ตัวชี้วัด (KPI)

ระยะเวลาการจัดทำหมุดหลักฐานทางราบ เนื่องจากในสภาวการณ์ทั่วไปแล้ว กล้อง Total Station ใช้เวลามากในการเข้าถึงที่หมาย เพราะต้องวัดมุม วัดระยะ เพื่อถ่ายค่าไปเรื่อยๆ จนถึงที่หมายที่ต้องการกำหนดแนวเขตทางพิเศษ โดยจากการเก็บข้อมูลของผู้ทำการสำรวจในงานภาคสนาม พบว่าใน ๑ วัน (๔ ชั่วโมงทำงาน) ภายใต้ข้อจำกัดต่างๆ สามารถจัดทำหมุดหลักฐานทางราบเพื่อนำไปใช้ในงานกำหนดแนวเขตทางพิเศษได้เฉลี่ยจำนวน ๒ หมุด (๒ ชั่วโมง/๑ หมุด)

ดังนั้น การที่ผู้จัดทำรายงานกำหนดว่า หากนำเครื่องมือสำรวจ GPS มาใช้ จะทำให้ระยะเวลาการจัดทำหมุดหลักฐานทางราบลดลง ร้อยละ ๕๐ กล่าวคือ ใน ๑ วัน (๔ ชั่วโมงทำงาน) ภายใต้ข้อจำกัดต่างๆ ผู้จัดทำรายงานคาดว่า จะสามารถจัดทำหมุดหลักฐานทางราบ เพื่อนำไปใช้ในงานกำหนดแนวเขตทางพิเศษได้ไม่น้อยกว่าวันละ ๓ หมุด (เฉลี่ย ๑ ชั่วโมง/๑ หมุด)

ต้นทุนการจัดทำหมุดหลักฐานทางราบ ประกอบด้วย

๑.ต้นทุนบุคลากร คือ เงินเดือนเฉลี่ยของผู้ปฏิบัติงานภาคสนาม		
๑.๑ ช่าง *(เงินเดือนเฉลี่ย ๒๐,๐๐๐ บาท/เดือน)*	๙๕.๒๔	บาท/ชั่วโมง
๑.๒ ลูกจ้าง *(เงินเดือนเฉลี่ย ๑๕,๐๐๐ บาท/เดือน)*	๗๑.๔๓	บาท/ชั่วโมง
๒. ต้นทุนค่าเดินทาง คือ ค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปปฏิบัติงาน		
๒.๑ พนักงานขับรถ *(เงินเดือนเฉลี่ย ๑๕,๐๐๐ บาท/เดือน)*	๗๑.๔๓	บาท/ชั่วโมง
๒.๒ ค่าน้ำมัน (เฉลี่ย ๒๐๐ บาท/วัน โดย ๑ วัน = ๔ ชั่วโมงทำงาน)	๕๐	บาท/ชั่วโมง
๒.๓ ค่าเสื่อมราคารถยนต์	๖.๘๕	บาท/ชั่วโมง
๓. ต้นทุนอุปกรณ์ คือ ค่าเสื่อมราคาของอุปกรณ์ที่นำไปใช้ปฏิบัติงาน		
๓.๑ กล้อง Total Station	๔.๕๗	บาท/ชั่วโมง
๓.๒ เครื่องมือสำรวจ GPS	๑๑.๔๒	บาท/ชั่วโมง

โดยทีมปฏิบัติงานภาคสนามมีรายละเอียดดังนี้

๑. กล้อง Total Station ประกอบด้วย ช่าง ๑ คน ลูกจ้าง ๕ คนขับรถ ๑ คน

๒. เครื่องมือสำรวจ GPS ประกอบด้วย ช่าง ๑ คน ลูกจ้าง ๓ คน คนขับรถ ๑ คน

ดังนั้น ตารางแสดงต้นทุนการจัดทำหมุดหลักฐานเฉลี่ย/ชั่วโมง ของกล้อง Total Station และ เครื่องมือสำรวจ GPS คือ

หน่วย : บาท/ชั่วโมง

รายการ	Total Station	GPS	**ผลต่าง**
	(ก)	**(ข)**	**(ก) - (ข)**
๑. ต้นทุนบุคลากร			
๑.๑ ช่าง	๙๕.๒๔	๙๕.๒๔	-
๑.๒ ลูกจ้าง	๓๕๗.๑๔	๒๑๔.๒๙	๑๔๒.๘๕
๒. ต้นทุนค่าเดินทาง			
๒.๑ พนักงานขับรถ	๗๑.๔๓	๗๑.๔๓	-
๒.๒ ค่าน้ำมัน	๕๐	๕๐	-
๒.๓ ค่าเสื่อมราคารถยนต์	๖.๘๕	๖.๘๕	-
๓. ต้นทุนอุปกรณ์	๔.๕๗	๑๑.๔๒	-๖.๘๕
รวมต้นทุนเฉลี่ย	**๕๘๕.๒๓**	**๔๔๙.๒๓**	**๑๓๖**

กล่าวคือ หากใช้เครื่องมือสำรวจ GPS ต้นทุนการจัดทำหมุดหลักฐานทางราบเฉลี่ย/ชั่วโมง ลดลง ร้อยละ ๒๓.๒๓ (จาก ๕๘๕.๒๓ บาท/ชั่วโมง เหลือ ๔๔๙.๒๓ บาท/ชั่วโมง)

การคำนวณ

ต้นทุนการจัดทำหมุดหลักฐานทางราบ =	ต้นทุนเฉลี่ย/ชั่วโมง x จำนวนชั่วโมง

จากข้อมูลข้างต้น พบว่า
จำนวนชั่วโมง ลดลง ร้อยละ ๕๐ ดังนั้นคงเหลือ ร้อยละ ๕๐ ของจำนวนชั่วโมงเดิม
ต้นทุนเฉลี่ย/ชั่วโมง ลดลง ร้อยละ ๒๓.๒๓ ดังนั้นคงเหลือ ร้อยละ ๗๖.๗๖ ของต้นทุนเฉลี่ย/ชั่วโมงเดิม

ดังนั้น

<u>สมการที่ ๑</u>

ต้นทุนการจัดทำหมุดหลักฐานทางราบ = (กล้อง Total Station)	ต้นทุนเฉลี่ย/ชั่วโมง x จำนวนชั่วโมง

สมการที่ ๒

ต้นทุนการจัดทำหมุดหลักฐานทางราบ (เครื่องมือสำรวจ GPS)	=	(๐.๗๖๗๖ x ต้นทุนเฉลี่ย/ชั่วโมง) x (๐.๕๐ x จำนวนชั่วโมง)
	=	(๐.๗๖.๗๖ x ๐.๕๐) x ต้นทุนเฉลี่ย/ชั่วโมง x จำนวนชั่วโมง
	=	๐.๓๘๓๘ x ต้นทุนเฉลี่ย/ชั่วโมง x จำนวนชั่วโมง

นำ สมการที่ ๑ – สมการที่ ๒

ผลต่างของต้นทุนการจัดทำหมุดหลักฐานทางราบ	=	(ต้นทุนเฉลี่ย/ชั่วโมง x จำนวนชั่วโมง) - (๐.๓๘๓๘ x ต้นทุนเฉลี่ย/ชั่วโมง x จำนวนชั่วโมง)
	=	(๑ - ๐.๓๘๓๘) x ต้นทุนเฉลี่ย/ชั่วโมง x จำนวนชั่วโมง
	=	๐.๖๑๖๑ x ต้นทุนเฉลี่ย/ชั่วโมง x จำนวนชั่วโมง

กล่าวคือ ต้นทุนรวมของการจัดทำหมุดหลักฐานทางราบเฉลี่ยลดลง **ร้อยละ ๖๑.๖๑**

บรรณานุกรม

ธนัช สุขวิมลเสรี. เอกสารประกอบการสอนวิชา การสำรวจเพื่อการทำแผนที่. กรุงเทพฯ: คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ๒๕๕๓.

สมโภช ปัณฑวังกูร. การรังวัดด้วยดาวเทียมจีพีเอสเพื่อการสำรวจทางการแผนที่. http://thaitelecomkm.org (วันที่ค้นข้อมูล : ๙ มีนาคม ๒๕๕๘)